

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-004235

(43)Date of publication of application : 07.01.2000

(51)Int.Cl.

H04L 12/28

H04B 7/26

H04Q 7/36

H04L 12/56

(21)Application number : 10-167167

(71)Applicant : NIPPON SIGNAL CO LTD:THE

(22)Date of filing : 15.06.1998

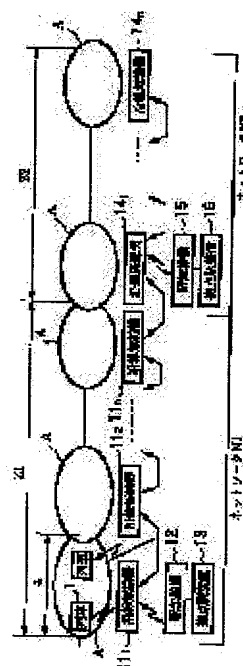
(72)Inventor : UMEYAMA MASATOSHI
YAGI MAKOTO

(54) RADIO COMMUNICATION NETWORK SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the cost of a communication network system for covering areas over wide range requiring a plurality of base stations.

SOLUTION: Communication networks N1 and N2 are constituted by providing a plurality of wayside radio equipment 111-11n and 141-14n, base radio equipment 12 and 15 and one base device 13 and 16 for controlling/managing communication between the base radio equipment 12 and 15 and on board radio equipment in a train 1 inside control zones for every control zones Z1 and Z2. Then, a specified communication term for radio communication with the communication network N2 in the adjacent control zone Z2 is provided within one cycle in the communication operation of respective communication networks N1 and N2 and during this communication term, bidirectional radio communication between both the communication networks N1 and N2 is enabled while switching frequencies to be used for both the communication networks N1 and N2 into the same frequency.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-4235

(P2000-4235A)

(43) 公開日 平成12年1月7日(2000.1.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 L 12/28		H 0 4 L 11/00	3 1 0 B 5 K 0 3 0
H 0 4 B 7/26		H 0 4 B 7/26	G 5 K 0 3 3
H 0 4 Q 7/36			1 0 5 C 5 K 0 6 7
H 0 4 L 12/56		H 0 4 L 11/20	1 0 2 A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平10-167167

(22) 出願日 平成10年6月15日(1998.6.15)

(71) 出願人 000004651

日本信号株式会社

東京都千代田区丸の内3丁目3番1号

(72) 発明者 梅山 正利

埼玉県浦和市上木崎1丁目13番8号 日本

信号株式会社与野事業所内

(72) 発明者 八木 誠

埼玉県浦和市上木崎1丁目13番8号 日本

信号株式会社与野事業所内

(74) 代理人 100078330

弁理士 笹島 富二雄

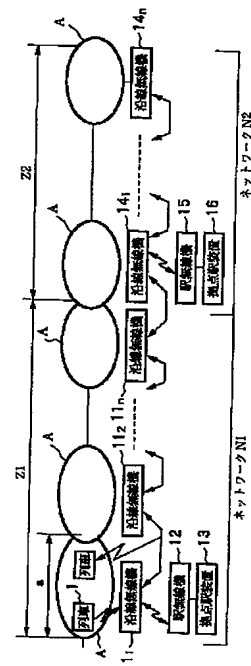
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信ネットワークシステム

(57) 【要約】

【課題】複数の基地局を必要とする広範囲なエリアをカバーする通信ネットワークシステムの低コスト化を図る。

【解決手段】制御ゾーンZ1、Z2毎に、複数の沿線無線機11_i~11_n、14_i~14_nと、基地無線機12、15と、各沿線無線機11_i~11_n、14_i~14_n、基地無線機12、15及び制御ゾーン内の列車1の車上無線機との通信を制御・管理する1つの基地装置13、16とを設けて通信ネットワークN1、N2を構築する。各通信ネットワークN1、N2の通信動作の1周期中に、隣接制御ゾーンZ2の通信ネットワークN2との無線通信用の特定通信期間を設け、この通信期間では両通信ネットワークN1、N2で使用する周波数を同一周波数に切り換えて両通信ネットワークN1、N2間で無線による双方向通信を可能とした。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 予め決められた移動局の移動ルートを複数の制御ゾーンに区切り、各制御ゾーン毎に、前記ルートに沿って間隔を設けて配置した複数の沿線無線機と、1つの基地無線機と、前記基地無線機に接続されて前記複数の沿線無線機、基地無線機及び制御ゾーン内の前記移動体に搭載される移動無線機との通信の制御・管理を実行する1つの基地装置とを設け、各制御ゾーン毎に各無線機が互いに同期して動作する通信ネットワークを構築し、各制御ゾーンの各通信ネットワークが互いに同期して、送信元の無線機から末端の無線機まで中間の無線機を中継しながらパケットを時分割で送信し、前記移動体は、パケットの中継送信中に自身に対する情報を受信し送信情報を前記パケットに挿入できるようにした無線通信ネットワークシステムであって、各制御ゾーンの通信ネットワークにおける通信動作の1周期中に、前記移動体の進行方向側の隣接制御ゾーンの通信ネットワークとの間で無線通信するためのゾーン間通信時間帯として複数のタイムスロットからなる隣接通信タイムスロットブロックを割り当て、該隣接通信タイムスロットブロック期間では、互いに隣接する両制御ゾーンの通信ネットワークで使用する周波数を同一周波数に切り換え、互いに隣接する両制御ゾーンの通信ネットワーク間で無線による双方向通信を可能としたことを特徴とする無線通信ネットワーク。

【請求項 2】 各通信ネットワークの通信動作の1周期を、複数のタイムスロットからなりそれぞれ通信動作が規定される複数のタイムスロットブロックに分割し、前記複数のタイムスロットブロックとして、前記基地無線機側から末端の沿線無線機側に片方向通信する基地側送信タイムスロットブロックと、末端の沿線無線機側から基地無線機側に片方向通信する沿線側送信タイムスロットブロックと、移動無線機側から沿線無線機側に片方向通信する移動側送信タイムスロットブロックと、前記隣接通信タイムスロットブロックとを少なくとも有する構成である請求項 1 に記載の無線通信ネットワーク。

【請求項 3】 各通信ネットワークは、通信動作の1周期において、前記隣接通信タイムスロットブロック期間以外は、他の制御ゾーンの通信ネットワークと使用する周波数を異なる構成である請求項 1 又は 2 に記載の無線通信ネットワーク。

【請求項 4】 各通信ネットワークは、前記各タイムスロットブロック内で、周波数を切り替えて複数回情報を送信する構成とした請求項 2 又は 3 のいずれか 1 つに記載の無線通信ネットワーク。

【請求項 5】 前記沿線無線機は、少なくとも 2 つ以上先の沿線無線機まで電波が到達する間隔で設置するようにした請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 つに記載の無線通信ネットワーク。

【請求項 6】 前記各無線機のアンテナに、指向性を有するアンテナを使用する請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 つに記載の無線通信ネットワーク。

【請求項 7】 前記移動体側は、前記隣接通信タイムスロット期間において、互いに隣接する制御ゾーンの境界近傍の沿線無線機間の通信が行われていることにより前記制御ゾーン境界に接近したことを検知した時、前方制御ゾーン内で使用する送信タイムスロットの割り当て要求を発生し、前方制御ゾーンの基地装置から前記送信タイムスロットの割り当てを受け、移動体が前記制御ゾーン境界を越えて前方制御ゾーンに進出した時、後方の制御ゾーンの基地装置は受け渡し完了情報を移動体側に送信すると共に、前記移動体に割り当てていた送信タイムスロットを解放するようにした請求項 2 ～ 6 のいずれか 1 つに記載の無線通信ネットワーク。

【請求項 8】 各通信ネットワークの通信動作の1周期に、立上げ用タイムスロットブロック期間を設け、前記移動体が送信タイムスロットを消失した時に、前記立上げ用タイムスロットブロック期間において、移動体から送信タイムスロット要求を発生可能とするようにした請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 つに記載の無線通信ネットワーク。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、複数の基地局を必要とするような広範囲なエリアを移動する移動体と、地上側の基地局と固定局とでネットワーク通信を可能とする無線通信ネットワークシステムに関し、特に、このような無線通信ネットワークシステムの低コスト化を図る技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 無線通信ネットワークシステムとして、例えば、ブロードキャスト形の無線 LAN (Local Area Network) がある。かかる無線 LAN は、1つの基地局と、この基地局からの電波が到達する範囲内に配置した固定局又は移動局（移動体）との間で通信を行うものがほとんどである。この無線 LAN は、通信制御が簡単になるという利点があるが、例えば、鉄道のような直線的に延びた線路上を列車（移動局）が移動するシステムに適用する時、無線機の送信パワーに制限がある場合、1つの基地局では列車（移動局）が移動する広範囲なエリアをカバーすることができない。

【0003】 このように、移動体の制御エリアが広範囲な場合の無線通信ネットワークシステムの従来の構築例を、鉄道の列車制御に適用した場合を例にして説明する。図 18 に示すように、列車 1（移動局）が走行するエリアを複数の制御ゾーン（1つの制御ゾーンを例えば約 20 km とする）Z1、Z2 に分割する。各制御ゾーン Z1、Z2 には、それぞれ列車の移動ルートに沿って間隔を設けて配置した複数の沿線無線機 2₁ ～ 2_n、4

1～4_n（固定局）と、拠点駅に設けた1つの駅装置3、5（基地局）とを設け、各制御ゾーンZ1、Z2内の複数の沿線無線機2₁～2_n、4₁～4_nと駅装置3、5は、それぞれ通信ケーブル6、7で接続する。また、各制御ゾーンZ1、Z2の駅装置3、5間を通信ケーブル8で接続する。各沿線無線機2₁～2_n、4₁～4_nの通信エリアAの通信可能範囲aは、例えば約1km程度である。

【0004】かかる構成において、各制御ゾーンZ1、Z2の各駅装置3、5は、自身の制御ゾーン内の列車運行を管理し、制御ゾーン内の列車位置や線路状態に応じて各列車1に制御情報を送信する。この制御情報は、通信ケーブル6、7を介して各沿線無線機2₁～2_n、4₁～4_nに伝送される。沿線無線機2₁～2_n、4₁～4_nは、列車1との無線通信により列車位置や列車状態等の情報を受信し、通信ケーブル6、7を介して対応する駅装置3、5に伝送する。列車1が例えば制御ゾーンZ1を進出し前方の隣接する制御ゾーンZ2に進入する場合には、その列車に関する情報を、通信ケーブル8を介して前方制御ゾーンZ2を管理する駅装置5に伝送するようにしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の無線通信ネットワークシステムでは、上述のように、駅装置と各沿線無線機との間及び制御ゾーン間の駅装置間は、それぞれ通信ケーブルを介して情報を伝送するようにしている。このため、無線機の他に通信ケーブルによる情報伝送のための伝送装置9が多数必要となりコストが高くなるという問題があった。

【0006】尚、列車制御に無線通信ネットワークシステムを適用した例として、例えば特表平7-507752号公報がある。このものは、各制御ゾーンにおいて、隣接するノードに時分割でパケットを中継送信する構成を有しており、広範囲なエリアを無線によって情報通信可能な無線通信ネットワークシステムの構築が可能である。しかし、列車（移動局）が前方の制御ゾーンに進入する場合、互いの制御ゾーンの基地局間でどのように通信するかについては具体的に記載されていない。また、通信動作の単位周期において、上り方向と下り方向同時にパケット通信を行っており、ネットワークの管理が複雑である。

【0007】本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、移動体が前方の制御ゾーンに移動する際の、互いの制御ゾーンの基地装置間の情報交換を無線通信を用いて確実且つ容易に行うことができる、広範囲なエリアをカバーできる無線通信ネットワークシステムを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】このため、請求項1に記載の本発明では、予め決められた移動局の移動ルートを

複数の制御ゾーンに区切り、各制御ゾーン毎に、前記ルートに沿って間隔を設けて配置した複数の沿線無線機と、1つの基地無線機と、前記基地無線機に接続されて前記複数の沿線無線機、基地無線機及び制御ゾーン内の前記移動体に搭載される移動無線機との通信の制御・管理を実行する1つの基地装置とを設け、各制御ゾーン毎に各無線機が互いに同期して動作する通信ネットワークを構築し、各制御ゾーンの各通信ネットワークが互いに同期して、送信元の無線機から末端の無線機まで中間の無線機を中継しながらパケットを時分割で送信し、前記移動体は、パケットの中継送信中に自身に対する情報を受信し送信情報を前記パケットに挿入できるようにした無線通信ネットワークシステムであって、各制御ゾーンの通信ネットワークにおける通信動作の1周期中に、前記移動体の進行方向側の隣接制御ゾーンの通信ネットワークとの間で無線通信するためのゾーン間通信時間帯として複数のタイムスロットからなる隣接通信用タイムスロットブロックを割り当て、該隣接通信用タイムスロットブロック期間では、互いに隣接する両制御ゾーンの通信ネットワークで使用する周波数を同一周波数に切り換え、互いに隣接する両制御ゾーンの通信ネットワーク間で無線による双方向通信を可能としたことを特徴とする。

【0009】かかる構成では、各制御ゾーンの通信ネットワークの通信動作の1周期毎に、隣接制御ゾーンの通信ネットワークと、隣接通信用タイムスロットブロック期間を利用して双方向通信ができるようになる。請求項2に記載の発明では、各通信ネットワークの通信動作の1周期を、複数のタイムスロットからなりそれぞれ通信動作が規定される複数のタイムスロットブロックに分割し、前記複数のタイムスロットブロックとして、前記基地無線機側から末端の沿線無線機側に片方向通信する基地側送信用タイムスロットブロックと、末端の沿線無線機側から基地無線機側に片方向通信する沿線側送信用タイムスロットブロックと、移動無線機側から沿線無線機側に片方向通信する移動側送信用タイムスロットブロックと、前記隣接通信用タイムスロットブロックとを少なくとも有する構成とした。

【0010】かかる構成により、各タイムブロック期間毎に、各無線機の動作を規定できるので、基地装置による各無線機の通信動作の管理が容易になる。請求項3に記載の発明のように、各通信ネットワークは、通信動作の1周期において、前記隣接通信用タイムスロットブロック期間以外は、他の制御ゾーンの通信ネットワークと使用する周波数を異なる構成とするといふ。

【0011】かかる構成では、隣接制御ゾーン間で無線通信する期間以外では、制御ゾーン間の通信ネットワークの混信を防止できるようになる。請求項4に記載の発明では、各通信ネットワークは、前記各タイムスロットブロック内で、周波数を切り替えて複数回情報を送信す

る構成とした。かかる構成では、通信ネットワークの耐妨害性や秘匿性を向上できる。

【0012】請求項5に記載の発明では、前記沿線無線機は、少なくとも2つ以上先の沿線無線機まで電波が到達する間隔で設置するようにした。かかる構成では、沿線無線機の1つが故障した時でも、別の沿線無線機が同一の情報を受信できるので、通信ネットワークのダウンを防止でき、耐故障性を向上できるようになる。

【0013】請求項6に記載の発明のように、前記各無線機のアンテナに、指向性を有するアンテナを使用するとよい。かかる構成では、無線機からの送信電波の回り込みを少なくでき、これにより、パケットの送信間隔を短くすることが可能となり、実質的に送信可能な情報量を増大できるようになる。

【0014】請求項7に記載の発明では、前記移動体側は、前記隣接通信用タイムスロット期間において、互いに隣接する制御ゾーンの境界近傍の沿線無線機間の通信が行われていることにより前記制御ゾーン境界に接近したことを検知した時、前方制御ゾーン内で使用する送信タイムスロットの割り当て要求を発生し、前方制御ゾーンの基地装置から前記送信タイムスロットの割り当てを受け、移動体が前記制御ゾーン境界を越えて前方制御ゾーンに進出した時、後方の制御ゾーンの基地装置は受け渡し完了情報を移動体側に送信すると共に、前記移動体に割り当てていた送信タイムスロットを解放するようにした。

【0015】かかる構成では、移動体が、前方の制御ゾーンに移動する場合に、移動体の送信権を円滑に割り当てることができるようになる。請求項8に記載の発明では、各通信ネットワークの通信動作の1周期に、立上げ用タイムスロットブロック期間を設け、前記移動体が送信タイムスロットを消失した時に、前記立上げ用タイムスロットブロック期間において、移動体から送信タイムスロット要求を発生可能とするようにした。

【0016】かかる構成では、例えば停電等で移動体側で送信タイムスロットが消失した場合でも、送信タイムスロットの要求により、移動体は速やかに送信権を再度得ることが可能となる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下に、本発明に係る無線通信ネットワークシステムの一実施形態を図面に基づいて説明する。尚、従来と同一部分には同一符号を付して説明を省略する。本実施形態の無線通信ネットワークシステムの構成は、図1に示すように、移動体である列車1（移動局）が走行するエリアを複数の制御ゾーン（1つの制御ゾーンを例えば20kmとする）Z1、Z2、・・・に分割し、各制御ゾーンZ1、Z2、・・・毎に通信ネットワークN1、N2、・・・を構成する。尚、本実施形態では2つの制御ゾーンのみ示してある。以下では、制御ゾーンZ1、Z2について説明する。

【0018】各通信ネットワークN1、N2は、それぞれ列車1の移動ルートに沿って間隔を設けて配置した複数の地上側固定局となる沿線無線機11₁～11_n、14₁～14_nと、拠点駅に設けて1つの駅無線機12、15と、駅無線機12、15に接続する拠点駅装置13、16とを備えて構成される。この駅無線機12、15と拠点駅装置13、16とでそれぞれの通信ネットワークN1、N2の基地局を構成している。拠点駅装置13、16は、通信ネットワークN1、N2における通信を制御・管理する管理機能を有する。各沿線無線機11₁～11_n、14₁～14_nは、少なくとも2つ先の沿線無線機まで電波が到達するような間隔で配置する。また、各沿線無線機11₁～11_n、14₁～14_nは、図示しないが、必要に応じてホスト装置と接続してホスト情報の無線送受信を行う。

【0019】また、制御ゾーンZ1、Z2を移動する列車1は、図2に示すように、車上無線機1aと車上制御装置1bを備えている。かかる構成の本実施形態の無線通信ネットワークシステムの通信制御方式は、時分割多重アクセス（TDMA）のトークンパッシング方式とし、トークンを持つ送信元の無線機から送信先の無線機まで中間の無線機を中継しながらパケットを送信する。具体的には、図3に示す1つのフレームを1周期として通信動作を周期的に行い、制御ゾーン内の各無線機は、前記1フレームにおいて、拠点駅装置によって割り当てられた所定のタイムスロットの時のみ、送信動作又は受信動作が可能のように制御される。そして、後述するように、1フレーム内において、各無線機の送信動作時期を集中させてパケットの伝送方向を統一させるようにしている。

【0020】図3のフレームの構成を以下に説明する。1フレームは、多数のタイムスロット（以下、TSとする）に分割し（例えば768Time slots/sec）、更に、これら多数のTSを、それぞれ複数のブロック、例えば、同期TSブロック、後述のように基地側が送信元となる基地側送信用タイムスロットブロックとしての制御コマンドTSブロック、立上げTSブロック、後述のように列車1側が送信元となる移動側送信用タイムスロットブロックとしての移動体送信TSブロック、後述のように沿線無線機側が送信元となる沿線側送信用タイムスロットブロックとしての沿線リポートTSブロック、予備TSブロック、及び、本発明の特徴である隣接通信TSブロックに分割して構成する。尚、各ブロックはそれぞれ所定数のTSからなり、図3中の（ ）内に各ブロック内のTS数を示してある。例えば、同期TSブロックは16TSが割り当てられていることを示す。

【0021】前記同期TSブロックは、ネットワークを構成する各無線機を同期させるためのものである。制御コマンドTSブロックは、拠点駅装置の駅無線機を介して制御ゾーン内の列車や沿線無線機に制御コマンドを送

信するためのもので駅無線機が送信元になる。立上げTSブロックは、列車が何らかの理由（例えば停電等）で記憶した後述の送信TSを消失した場合に列車1側から送信TS要求を送信するためのものである。移動体送信TSブロックは、近接する沿線無線機に列車から情報を送信するためのもので車上無線機が送信元になる。沿線リポートTSブロックは、沿線無線機が列車から受信した情報及び沿線無線機自身のステータス情報を拠点駅装置側に送信するためのもので末端の沿線無線機が送信元となる。隣接通信TSブロックは、互いに隣接する制御ゾーンの通信ネットワーク間で通信を行うための、この隣接通信TSブロックを設けることで、従来の通信ケーブルを設けることなく無線により隣接する通信ネットワーク間で情報の交換が可能となる。

【0022】そして、前記同期TSブロックから予備TSブロックまでは、自身の制御ゾーン内における通信であり、隣接の通信ネットワークとの間の混信を防止するため、隣接の通信ネットワークとは使用する周波数やコードを異ならせている。また、隣接通信TSブロックでは、隣接の通信ネットワークとの間で通信を行うために隣接通信ネットワークと使用する周波数を同一周波数に切り換える。

【0023】次に、本実施形態の伝送パケットのフォーマットを図4に示す。図4において、パケットはビット数は固定されており、先頭部（図中①で示す）、データ本体及び後端部（図中②で示す）で構成される。先頭部には、種別コードとパケットに登録された単位データ数を示すデータが格納される。データ本体には、例えばN0.1～N0.4までの4つの単位データが格納可能である。後端部には、先頭部からN0.4の単位データまでのチェックコードが格納される。ここで、種別コードとは、駅無線機（SC）→沿線無線機（WRC）、沿線無線機（WRC）→駅無線機（SC）、車上無線機（VRS）→沿線無線機（WRC）、沿線無線機（WRC）→沿線無線機（WRC）を識別するコードである。

【0024】また、N0.1～N0.4までの各単位データは、図4に示すように、データの種別、送信元ID、送信先ID、送信データ、チェックコードから構成される。尚、送信先IDでは、特定相手先通信（1対1）やブロードキャスト（1対全部）、グループ通信（1対複数）等が指定可能である。ブロードキャストの時は、特定の送信先IDを割り当てる。

【0025】次に、本実施形態の無線通信ネットワークシステムの通信動作について説明する。尚、以下では、制御ゾーンZ1の通信ネットワークN1について説明するが、制御ゾーンZ2の通信ネットワークN2も通信ネットワークN1と同期して同様に動作する。まず、同期TSブロックで同期コマンドを発生し自身の制御ゾーンZ1内の沿線無線機11₁～11_n、駅無線機12、車上無線機1a（列車が存在する場合）の同期をとる。次

に、制御コマンドTSブロックにおいて、駅無線機12は、駅装置13から送信要求のあったデータに、種別コード、単位データ数を付加して図4に示すフォーマットで、予め割り当てられた所定のTSでパケットを沿線無線機11₁に送信する。尚、送信する単位データが満杯（本実施形態では単位データ数<4）でない場合は、単位データの無い位置をヌルとし、送信する単位データ数（例えば3）を示して送信する。各沿線無線機11₁～11_nは、送信されたパケットを順次所定のTSで受信し受信したパケットのチェックを行いながら所定のTSで送信して順次中継し、末端の沿線無線機11₁まで送信する。

【0026】上述の制御コマンドTSブロックにおける駅無線機12からの制御コマンド情報の流れを図5にブロック図で示す。また、図6に、制御コマンドTSブロックでの拠点駅装置からのパケット伝搬例を示す。図6では、沿線無線機を8台とし、送信パケットは2つ先の沿線無線機まで到達する場合の例である。図6に基づいて更にパケットの伝搬について、例えば3台目の沿線無線機3を例にとって具体的に説明すると、沿線無線機3は、TS=03とTS=05でパケットを受信し、受信したパケットのチェックをTS=4とTS=06でそれぞれ行い、TS=07で送信する。沿線無線機3は、受信したパケットがOKの場合は、中継受信バッファに一時的に記憶し、NGの場合は拒絶する。そして、中継送信するパケットは、2つの受信パケットが共に正しければ後の受信パケットを送信し、後の受信パケットが正しくなく先の受信パケットが正しければ先の受信パケットを送信し、両パケットが正しくなければ受信パケットを捨てて中継送信は行わない。また、自身に送信待ちデータがあり、且つこの送信待ちデータが挿入可能であれば受信パケットに送信待ちデータを付加し、フォーマット編集を行った後、中継送信バッファに記憶した後、送信する。送信完了後、バッファ内の内容をクリアする。

【0027】そして、拠点駅装置は、規則性をもって例えば8TS毎にパケットは送信するので、各沿線無線機は、8TS間隔で同じ処理を行う。尚、一定の間隔で伝送するパケットは、それぞれ異なるものでもよいし、情報の信頼性を高めるために同一の情報を複数回伝送するようにしてもよい。このように、パケットを規則性をもって伝送することで、各無線機の動作を簡単な指示で規定できる。即ち、各無線機に、TSの初期値、間隔、繰返し数を与えるだけで通信動作を規定でき、通信ネットワークの管理が容易となる。また、2つ先の無線機までパケットを伝送できるように無線機を配置することで、2つ先の無線機が同時故障しない限り、ネットワークシステムはダウンせず、正常な通信を確保できる。従って、無線通信ネットワークシステムの信頼性が向上する。

【0028】列車1は、沿線無線機11₁～11_n間

をパケットが中継送信されている間に、制御コマンドTSブロックの所定のTSでデータを受信する。列車1側では、受信したデータの送信先IDが自分宛、又はブロードキャスト以外のデータは拒絶し、送信先IDが自分宛の時はパケットのチェックを行い、OKであれば車上制御装置1bに出力する。

【0029】移動体送信TSブロックでは、当該ブロック内の割り当てられた所定TSにおいて、列車1側からレポート情報を図4のフォーマットで送信し、近接する沿線無線機がこれを受信して一時的に記憶する。制御ゾーン内に複数の列車が存在すれば、移動体送信TSブロック内の異なるTSを各列車毎に割り当てる。次に、沿線レポートTSブロックにおいては、所定のTSで末端の沿線無線機11_{n-1}は、送信レポート情報を図4のフォーマットで送信する。各沿線無線機11_{n-1}～11

1は、中継方向は逆であるが制御コマンドTSブロックの時と同様にして、順次、所定のTSで前記送信レポート情報を受信し、所定のTSで送信して中継し、駅無線機12は、所定のTSで前記送信レポート情報を受信し、パケットをチェックして正常なパケットのみを駅装置13に出力する。この際に、各沿線無線機は、受信したパケットの単位データ数が満杯でない時（単位データ数<4）、自身が送信したいデータ（例えば記憶している列車からの送信情報等）があれば、空いている単位データNO.の位置にデータを挿入して送信する。データを挿入した場合は、単位データ数及びチェックコードを更新して送信する。

【0030】上述の移動体送信TSブロック及び沿線レポートTSブロックに基づく列車からのレポート情報の流れの例を図7にブロック図で示し、図8に、沿線レポートTSブロックでのレポートパケット伝搬例を示す。図8では、図6と同様に沿線無線機を8台とし、送信パケットは2つ先の沿線無線機まで到達するについて示してある。沿線レポートTSブロックにおけるレポートパケット伝搬動作は、制御コマンドTSブロックでのパケット伝搬と同様であり、ここでは説明を省略する。

【0031】次に、隣接通信TSブロックにおいては、隣接する制御ゾーンZ2との境界に近接する沿線無線機11_{n-1}、11_nは、隣接交換メッセージを制御ゾーンZ2側の近接する沿線無線機14₁、14₂に所定のTSでそれぞれ送信する。隣接交換メッセージは、制御コマンドTSブロックにおいて駅装置13から送信されて沿線無線機11_{n-1}、11_nで一時的に記憶されている。制御ゾーンZ2側の沿線無線機14₁、14₂は、受信した隣接交換メッセージを一時的に記憶し、制御ゾーンZ2側の通信ネットワークにおける沿線レポートTSブロックの時に駅装置16側に送信する。尚、この隣接通信TSブロックにおいては、隣接制御ゾーンZ2の通信ネットワークN2との間で無線通信を行うために、使用周波数を、同じものに切り換える。

【0032】上述の隣接通信TSブロックを利用した制御ゾーンZ1とZ2との間での隣接交換メッセージの流れを図9にブロック図で示してある。このように、隣接通信TSブロックを設けたことにより、隣接する互いの通信ネットワーク間で無線による情報交換が可能となり、従来のように、両通信ネットワークN1、N2との間を通信ケーブルで接続する必要がなく、システムのコストを大幅に低減することができるようになる。

【0033】TDMA方式では、送信TSが与えられない限り送信することはできない。従って、列車1が前方の制御ゾーンZ2に移動した場合、列車に対して制御ゾーンZ2における送信TSを割り当てる必要がある。次に、列車1が制御ゾーンZ1からZ2に移動する際の、列車1に対する制御ゾーンZ2における送信TSの割り当て動作、及び、制御ゾーンZ1で列車1に対して割り当てた送信TSの解放動作について説明する。

【0034】図10に示すように、列車1が制御ゾーンZ1とZ2の境界に接近した場合、列車1は、隣接通信TSブロックにおける制御ゾーンZ1の沿線無線機11_{n-1}、11_nと制御ゾーンZ2の沿線無線機14₁、14₂との間の通信状態から列車1自身が制御ゾーン境界に接近したか否かを判断する。これは、隣接通信TSブロックにおいて送信できる沿線無線機は、制御ゾーン境界からそれぞれ2つの沿線無線機に限られているため、隣接通信TSブロックにおいてこれら沿線無線機からの送信を列車1側で受信すれば、列車1側で制御ゾーン境界に接近したと判断できる。

【0035】列車1が制御ゾーン境界に接近したと判断すると、列車1は、隣接通信TSブロックの所定TSで送信TS要求を制御ゾーンZ2側の沿線無線機14₁、14₂に対して送信する。この場合、列車1は、前記所定TSにおいて他の列車から送信TS要求が送信されているか否かを判断し、他の列車からの送信TS要求がなければ、その所定TSを獲得して送信TS要求を送信する。

【0036】列車1からの送信TS要求を受信した制御ゾーンZ2側の沿線無線機14₁、14₂は、制御ゾーンZ2側の通信ネットワークN2における沿線レポートTSブロックにおいて、送信TS要求情報を拠点駅装置16側に送信する。拠点駅装置16は、移動体送信TSブロックの空いているTSから選択し、制御コマンドTSブロックにおいて、選択した送信TS情報を沿線無線機14₁、14₂に送信すると共に、自身の制御ゾーンZ2内に存在する各列車の送信TSの管理を行う。

【0037】沿線無線機14₁、14₂は、隣接通信TSブロックの所定TSで、制御ゾーンZ1の沿線無線機11_{n-1}、11_n及び列車1に送信し、列車1は、この送信TS情報を記憶し、拠点駅装置13から割り当てられた隣接通信TSブロックの所定TSを解放する。制御ゾーンZ1の拠点駅装置13は、列車位置情報により

列車 1 が制御ゾーン Z 2 に進入した時に制御コマンド TS ブロックで沿線無線機 11_{n-1}, 11_n 及び列車 1 側に受け渡し完了情報を送信する。この受け渡し完了情報を列車 1 が受信すると、列車 1 は、制御ゾーン Z 1 の拠点駅装置 13 から割り当てられた送信 TS を解放し、制御ゾーン Z 2 の拠点駅装置 16 から割り当てられた送信 TS により送信が可能となる。

【0038】図 11 に上述の動作のフローを示し、図 12 に隣接通信 TS ブロックのパケット伝搬例を示す。停電や始発時等では、列車に記憶されている送信 TS の記憶が消失する場合がある。このような場合は、立上げ TS ブロックを使用して列車 1 は送信 TS を獲得する。

【0039】図 13 に立上げ TS ブロックを用いて送信 TS を獲得する場合の動作フローを示し、説明する。図 12 において、送信 TS を失った列車は、まず、立上げ TS ブロックにおいて、他の列車の送信 TS 要求があるか否かを判断する。他の列車からの送信 TS 要求がなければ列車はその TS を使用して送信 TS 要求を送信する。この要求は、拠点駅装置から送信 TS の割り当て情報を受信するまで行う。

【0040】この情報を受信した沿線無線機は、沿線リポート TS ブロックにおいて拠点駅装置側に送信する。拠点駅装置は列車からの送信 TS 要求を受信すると、移動体通信 TS ブロック内の空いている TS を選択する。拠点駅装置は、選択した送信 TS を制御コマンド TS ブロックにおいて沿線無線機側に送信すると共に、自身の制御ゾーン内に存在する各列車の送信 TS の管理を行う。

【0041】列車は、前記選択された送信 TS 情報が沿線無線機で中継送信されている間に受信し、記憶保持する。その後、列車は記憶した送信 TS で、移動体送信 TS ブロックにおいて列車リポート情報を送信する。このような無線通信ネットワークの耐妨害性、秘匿性を高めるには、周波数又はコードを適宜切替えることが有効である。

【0042】図 14 及び図 15 に周波数の切替えタイミング例を示す。図 14 及び図 15 に示す例では、8 つの TS を 1 ウインドウ (W) とし、4 つの沿線無線機 (WRS) を 1 ブロックとし、これらを 1 つの単位として周波数を切り換えている。即ち、この例では、ブロック 1 に属する各沿線無線機は、W=1 終了後に周波数を f1 から f2 に切り換える。その後は、2 つのウインドウ終了毎に周波数の切替えを行う。他のブロックは、図 15 に示すタイミングで周波数の切替えを行う。

【0043】また、通信ネットワークで重要なことの 1 つは、単位時間当たりに通信できる情報量が大きいことである。そのためには、パケットを送信した後、次のパケットを送信するまでの時間間隔をいかに短くするかである。この時間的及び空間的距離を小さくするためには、アンテナに指向性のあるものを使用すればよい。図 16 及び図 17 に、アンテナに指向性がない場合とある

場合の比較を示し、送信電波が 2 つ先の沿線無線機 (WRS) まで到達する場合について示してある。

【0044】図 16 はアンテナに指向性のない場合で、図 17 はアンテナに指向性のある場合である。両図から明らかなように、アンテナに指向性がある場合の方が次のパケットを送信すまでの時間間隔を短くすることができる。尚、図 17 では送信電波の回り込みを 1 沿線無線機分として見た場合を示す。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、互いに隣接する各制御ゾーンの通信ネットワーク間で無線により情報の双方向通信が可能となるので、従来のような通信ケーブルを受ける必要がなく、ネットワークのコストを低減できる。請求項 2 に記載の発明によれば、通信ネットワークの通信動作の 1 周期を、機能別に分割し、通信動作を単純化したので、通信制御の管理が容易となる。

【0046】請求項 3 に記載の発明によれば、隣接制御ゾーン間で通信を行う以外では、ツ運子ネットワーク間の混信を防止できる。請求項 4, 5 に記載の発明によれば、耐妨害性及び秘匿性が向上し、また、耐故障性が向上するので、無線通信ネットワークの堅牢性が向上する。請求項 6 に記載の発明によれば、パケットの送信間隔を短くすることが可能で、実質的に送信可能な情報量を増大でき、単位時間当たりの送信情報量を増大できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の無線通信ネットワークシステムの一実施形態の構成図

【図 2】同上実施形態の列車側の構成図

【図 3】通信動作 1 周期のフレーム構成を示す図

【図 4】伝送するパケットの構成を示す図

【図 5】拠点駅装置側からの制御コマンド情報の流れ図

【図 6】制御コマンド TS ブロックにおけるパケット伝送の説明図

【図 7】移動体及び沿線無線機側からのリポート情報の流れ図

【図 8】沿線リポート TS ブロックにおけるパケット伝送の説明図

【図 9】隣接する制御ゾーンの通信ネットワーク間の情報交換の流れ図

【図 10】列車が制御ゾーン境界に接近した時の通信例の説明図

【図 11】列車が制御ゾーン境界に接近した時の通信手順の説明図

【図 12】隣接通信 TS ブロックでのパケット伝送の説明図

【図 13】立上げ TS ブロックを利用した送信 TS スロットの獲得手順の説明図

【図 14】周波数を切替えてパケット伝送する場合の一

例を示す図

【図15】図14の周波数切替えタイミングの説明図

【図16】アンテナに指向性がない場合の packets 伝送の説明図

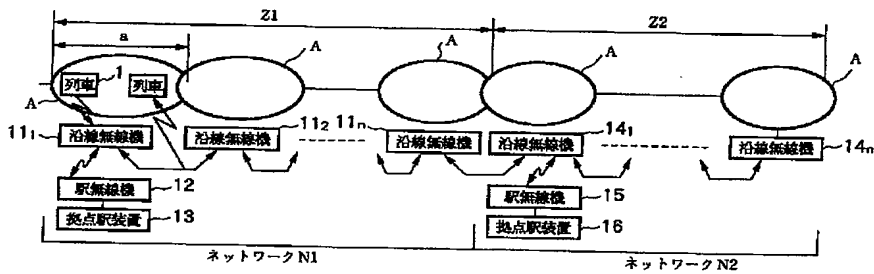
【図17】アンテナに指向性がある場合の packets 伝送の説明図

【図18】従来の無線通信ネットワークシステムの構成図

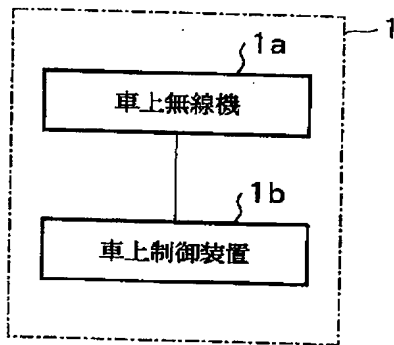
【符号の説明】

- 1 列車
 1a 車上無線機
 1b 列車制御装置
 11₁ ~ 11_n、14₁ ~ 14_n 沿線無線機
 12、15 駅無線機
 13、16 拠点駅装置
 Z1、Z2 制御ゾーン
 N1、N2 通信ネットワーク

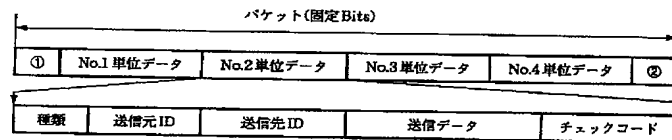
【図1】



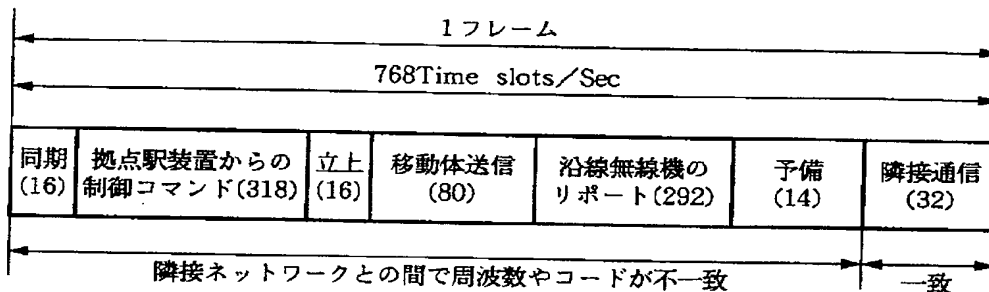
【図2】



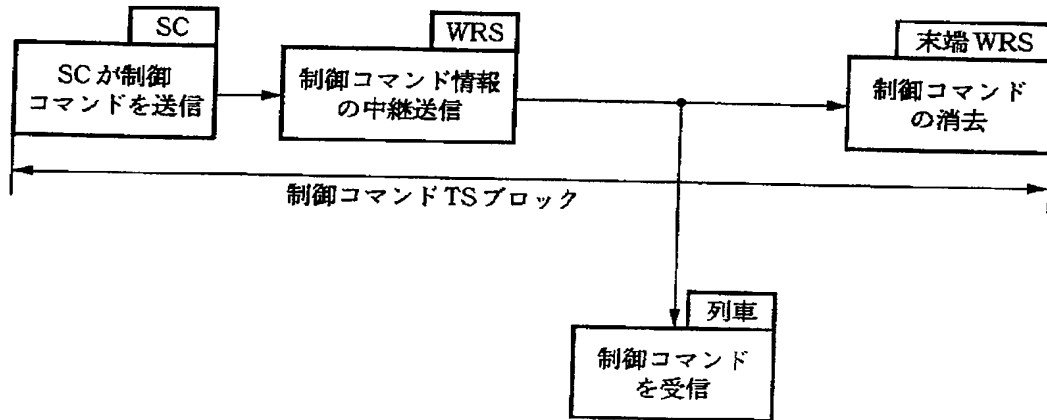
【図4】



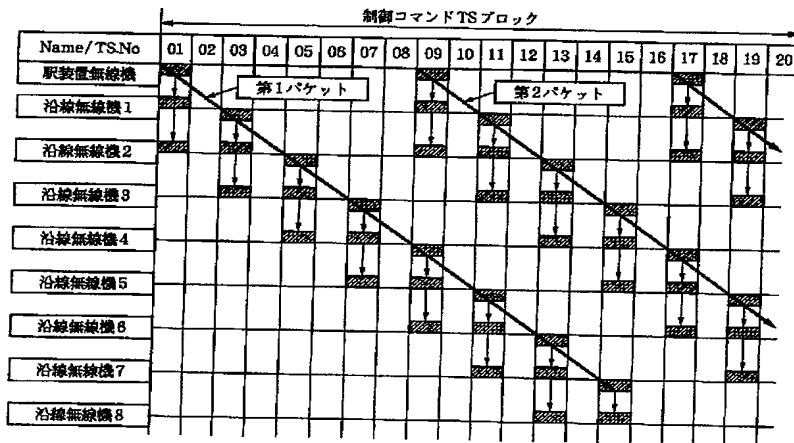
【図3】



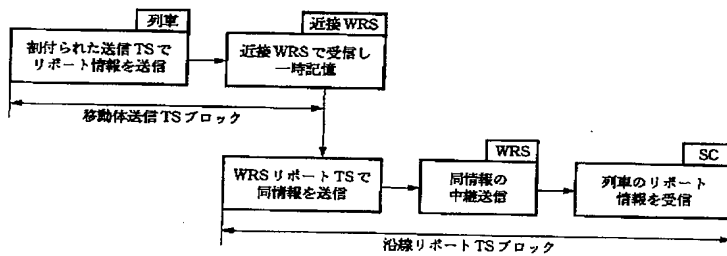
【図5】



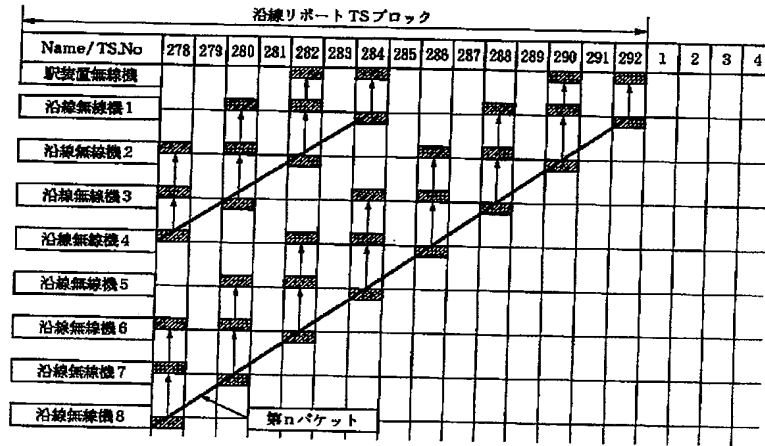
【図6】



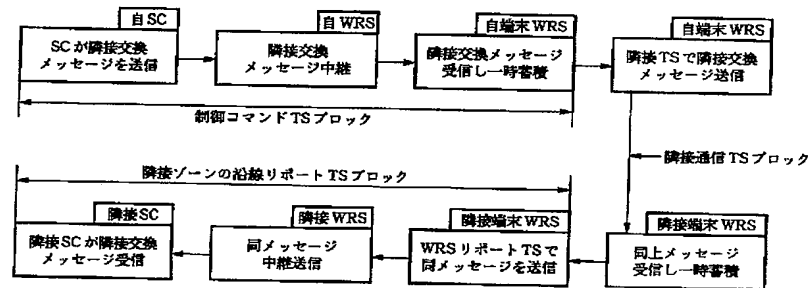
【図7】



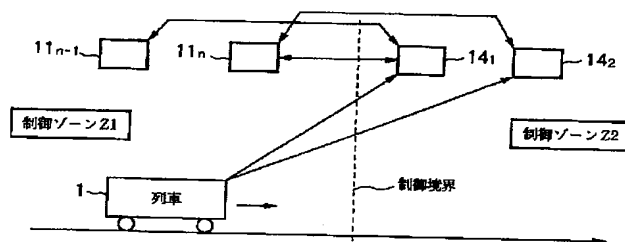
【図8】



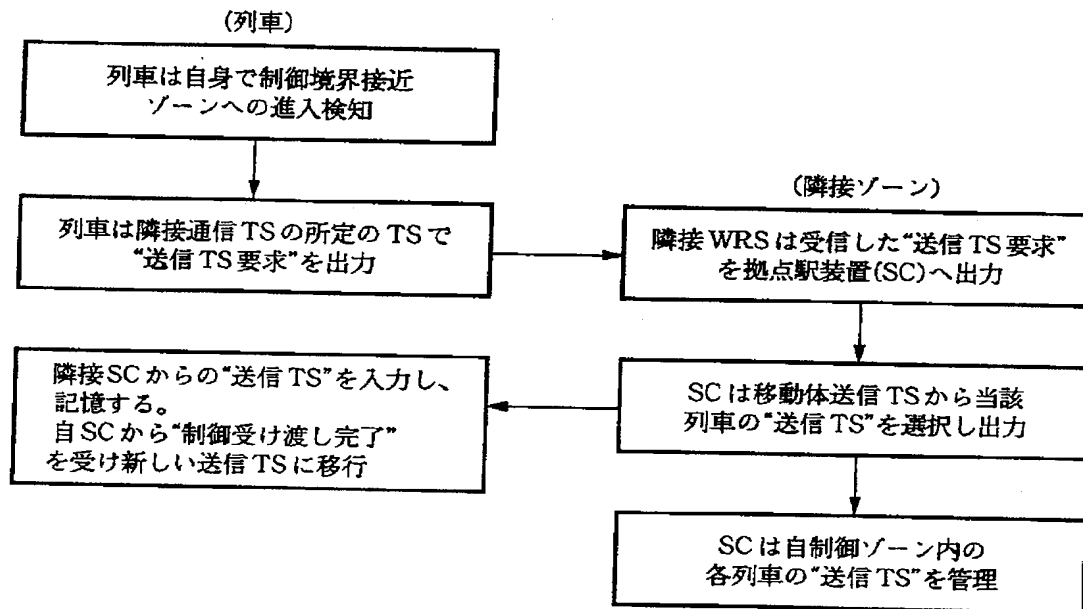
【図9】



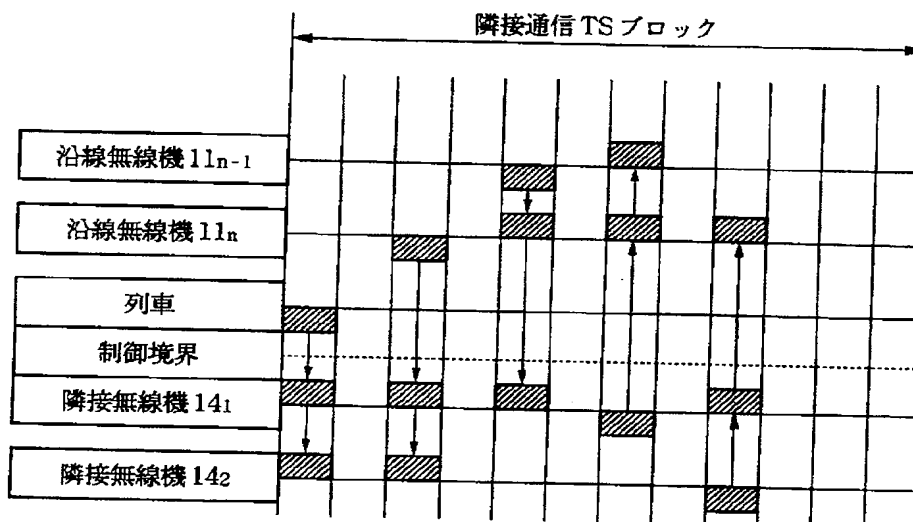
【図10】



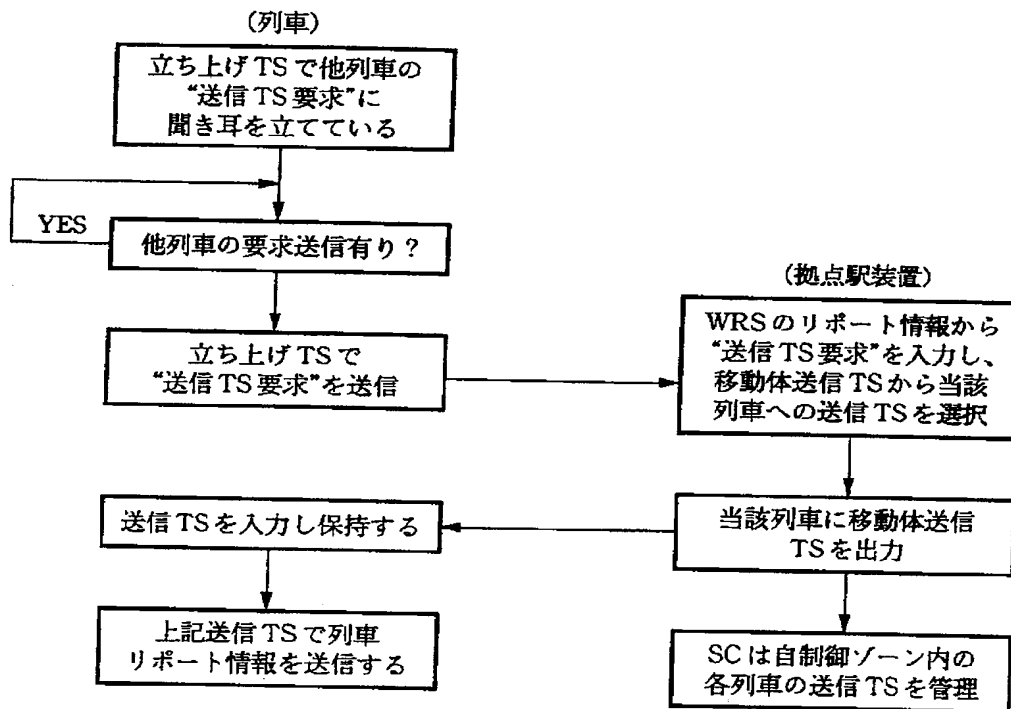
【図11】



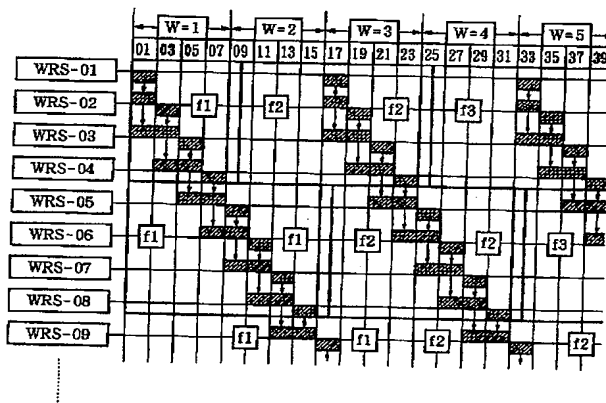
【図12】



【図13】



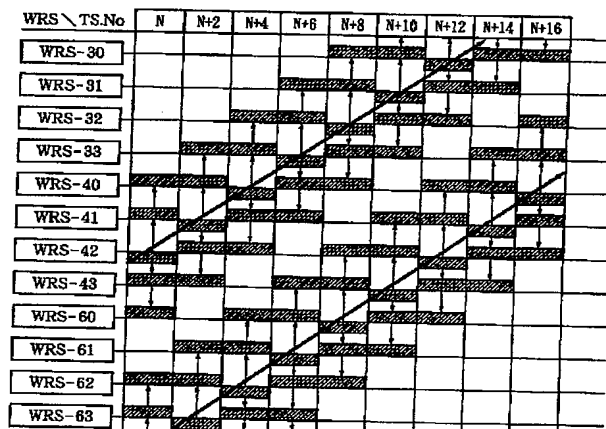
【図14】



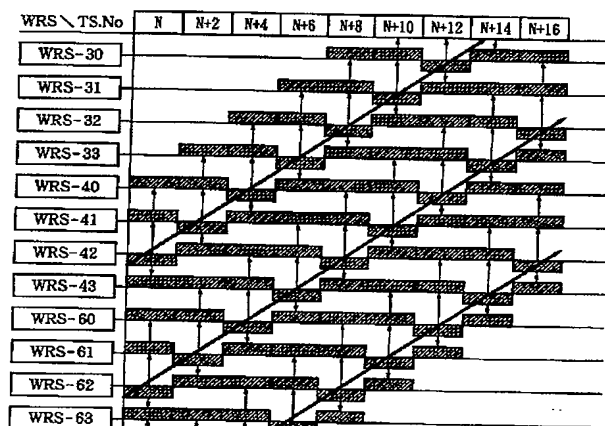
【図15】

Block No\Window No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 (WRS01-04)	f1	f2	f2	f3	f3	f4	f4	f5	f5	f6	f6
2 (WRS05-08)	f1	f1	f2	f2	f3	f3	f4	f4	f5	f5	f6
3 (WRS09-12)	**	f1	f1	f2	f2	f3	f3	f4	f4	f5	f5
4 (WRS13-16)	**	**	f1	f1	f2	f2	f3	f3	f4	f4	f5
5 (WRS17-20)	**	**	**	f1	f1	f2	f2	f3	f3	f4	f4

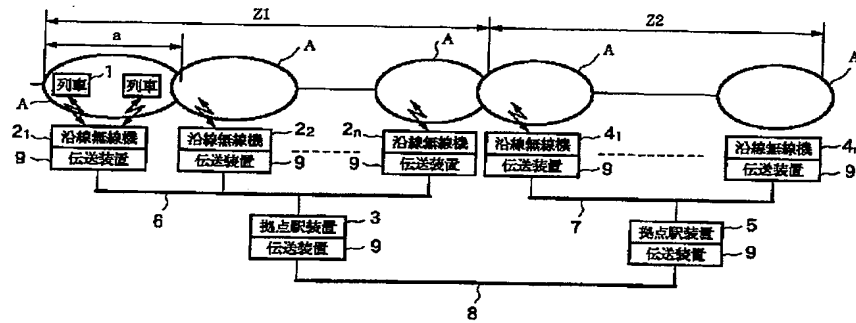
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K030 GA05 HA02 HC14 JA11 JL01
 JL07 JT03 LA15 LB02 LE06
 5K033 AA04 BA06 CA11 CA17 CB15
 DA01 DA03 DA19 DB18
 5K067 AA03 AA13 AA30 AA33 AA41
 BB21 CC04 CC08 EE02 EE10
 EE16 EE44 EE65 EE71 JJ12
 JJ35 JJ39 KK02